Centro Agrícola, 34(2): 23-28; abril-junio, 2007
ISSN:0253-5785
CE: 81,06 CF: cag050271538



Efecto del tratamiento magnético de semillas en el rendimiento y la presencia del mildiu velludo en plantas de pepino

Effect of the magnetic treatment of seeds in the yield and the presence of the downy mildew in cucumber plants

L. M. González, L. Sueiro, A. De Souza y R. Ramírez

Instituto de Investigaciones Agropecuarias " Jorge Dimitrov", Gaveta Postal 2140, Bayamo 85100, Granma, Cuba
E-mail: lmgonzalez@dimitrov.granma.inf.cu

RESUMEN. Se estudió el efecto del tratamiento magnético previo a la siembra de semillas de pepino del cultivar "Japonés" con las combinaciones de intensidad de campo (militesla) y períodos de exposición (minutos): 120 mT-5 min, 120 mT-10 min, 160 mT-10 min y 200 mT-3 min en la presencia del mildiu velludo, producido por *Pseudoperonospora cubensis* durante la floración y la cosecha de las plantas cultivadas en período tardío durante los meses de diciembre a febrero, en condiciones totalmente orgánicas y su influencia en el rendimiento agrícola. La enfermedad apareció de forma natural y se evaluó el índice de infección (%) y su incidencia (%). Los resultados indicaron una estimulación significativa de los tratamientos (12-72 %) en el rendimiento y sus componentes, así como provocaron una disminución en el índice de infección y la incidencia de la enfermedad en las dos etapas evaluadas, destacándose las combinaciones 200 mT-3 min (12 %) y 120 mT-5 min (12,2 %), en la etapa de floración y 200 mT-3 min (14,8 %) en la cosecha para el índice de infección; mientras que para la incidencia de la enfermedad los valores menores se detectaron para 200 mT-3 min en ambas etapas.

Palabras clave: Mildiu velludo, pepino, *Pseudoperonospora cubensis*, rendimiento, tratamiento magnético.

ABSTRACT. The effects of presowing magnetic treatment on cucumber seeds of the "Japanese" variety on the disease Cucumber mildew produced by *Pseudoperonospora cubensis* and on plant yield were studied during the blooming and harvest stages in plants sowed in late period (December-February). The magnetic treatments consisted in combinations of magnetic field strength and exposure periods: 120 mT-5min, 120 mT-10min, 160 mT-10 min and 200 mT-3min. The disease appeared naturally in the field, and the infection index and incidence was evaluated. The results showed a significant stimulation of yield and its components by treatments (12-72%) and a reduction in infection index and incidence of disease in the two stages evaluated; the best combinations were 200mT-3mín (12%) and 120 mT-5mín (12.2 %) in the flowering stage and 200mT-3mín (14.8%) in the crop stage for the infection index; the lowest disease incidence values for both stages were detected in the combination of 200mT-3mín.

Key words: Downy mildew, cucumber, *Pseudoperonospora cubensis*, yield, magnetic treatment.

INTRODUCCIÓN

El pepino, es uno de los cultivos más antiguos que se conocen y aunque no se puede determinar con exactitud su procedencia, se estima que es originario de las regiones húmedas y tropicales de la India, y se cultiva en casi todos los países del mundo. En Cuba, se siembra desde el siglo pasado y goza de una gran aceptación popular, tanto en forma fresca, como en encurtidos; debido a su agradable sabor y el complemento que constituye para las comidas ricas en grasas, proteínas y elementos calóricos.

La enfermedad más común que ataca al pepino en Cuba es la provocada por *Pseudoperonospora cubensis* (Berk y Curt) Rostow y cuando los daños son muy intensos puede llegar a causar más del 50 % de pérdidas en las cosechas. (OIRSA, 2005)

Para la prevención y control de la enfermedad se usan productos azufrados, los cuales contaminan el medio ambiente y hacen poco atractivo el consumo de los frutos. De ahí que una de las tendencias en la actualidad es la búsqueda de variedades resistentes y de alternativas agroecológicas y sustentables. (UC,

2005)
Dado que los rendimientos del cultivo que se logran en Cuba (14-15 t/ha) están muy distantes de la media mundial (40-45 t/ha). (FAOSTAT, 2003), se realizan numerosas investigaciones, que van desde la propuesta de nuevas variedades, métodos agrotécnicos, hasta el uso de estimulantes físicos, químicos y biológicos para solucionar este problema. (FAOSTAT, 2003 y Caraza *et al.*, 1998)

En relación con estimulantes físicos, el tratamiento de semillas con campos magnéticos ha alcanzado una gran popularidad, por lo económica que resulta su aplicación y los logros que se han obtenido, relacionados con el incremento de los rendimientos y la calidad de las cosechas, así como evitar las plagas y las enfermedades. (Santos *et al.*, 1998 y De Souza, 2004)

El efecto estimulante del campo magnético sobre las plantas influye en diferentes mecanismos, tales como: el incremento del metabolismo de la enzimas, una mejor regulación hormonal, mejor absorción y asimiliación del agua y los nutrientes y a cambios en la permeabilidad de las membranas y en la sensibilidad de los mecanismos de transporte a través de las mismas, que favorecen el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las cosechas. (Pietruszewski, 1993)

El objetivo del trabajo fue evaluar fue rendimiento y la incidencia natural del mildiu velludo en plantas de pepino, procedentes de semillas tratadas con campos magnéticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se desarrolló en Cuba durante los meses de diciembre a febrero durante los años 2003 y 2004 en el huerto intensivo de la Granja de Producción de Alimento del MININT en la localidad "El Datil", situada en el km 5 de la Carretera Bayamo-Manzanillo. Se emplearon semillas de pepino de la variedad "Japonés". Los tratamientos consistieron en las combinaciones de campos magnéticos y períodos de exposición, inducidos por el magnetizador que se presenta en la figura 1.

Dichas combinaciones fueron seleccionadas a partir de experimentos previos, y se expresan en la tabla 1.

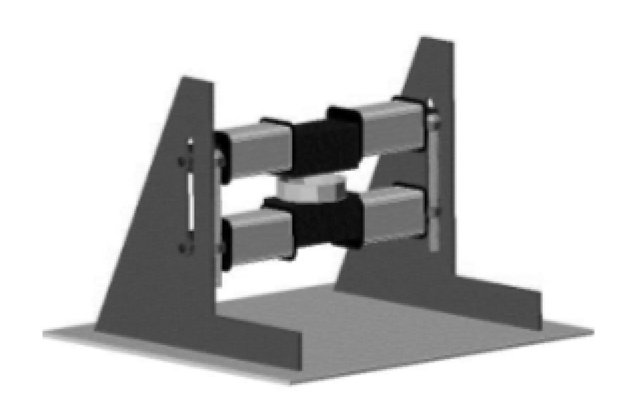


Figura 1. Electroimán experimental. Se coloca una placa Petri en el espacio aéreo entre las dos barras para exponer las semillas a campos magnéticos

Tabla 1. Tratamientos aplicados a las semillas, previos a la siembra

Tratamiento	Campo magnético (mT)	Duración (min)
T0	----	----
T1	120	5
T2	120	10
T3	160	10
T4	200	3

La siembra se realizó de forma directa, usando de tres a cuatro semillas por golpe con un marco de plantación de (0,90 + 0,60) x 0,30 m a doble hilera en canteros de 1,5 m de ancho y 70 m de largo. Posterior a la germinación, se realizó un entresaque para dejar dos plantas por nido. Se aplicó una norma de riego de 300 $m^3 ha^{-1}$ durante un intervalo de 3-4 días. No se aplicaron productos químicos. El área total de siembra fue de 0,5 ha, donde se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. El experimento se repitió durante dos años consecutivos y por la similitud de los resultados se procesaron de forma conjunta.

La temperatura promedio se comportó muy estable durante los dos años de investigación con valores de 25 ± 2 ^{o}C y la humedad relativa fue de 89 ± 2%. Se evaluó el rendimiento y sus principales componentes y la incidencia del mildiu velludo, provocado por *P. cubensis* durante la floración y la cosecha. La enfermedad apareció de forma natural y se evaluó la incidencia, a través del porcentaje de

plantas con síntomas de la enfermedad (%) y el índice de infección se calculó a través de la fórmula de Towsend y Heuberger (1945) a partir de la escala propuesta por Cornide e Izquierdo (1979). (%) y su), *como el porcentaje de plantas enfermas.* Para determinar el grado de ataque de la enfermedad, se empleó una escala de 7 grados y se aplicó la fórmula de Towsend y Heuberguer. (González *et al.*, 1992)

Tabla 2. Escala de grado empleada

Grados	Descripción
0	Plantas sanas
0,1	Area foliar ligeramente dañada
1	Area foliar dañada hasta el 20 %
2	Area foliar dañada entre el 21-40 %
3	Area foliar dañada entre el 41-60 %
4	Area foliar dañada entre el 61-80 %
5	Area foliar dañada más de 80 %

Los datos se procesaron por análisis de varianza de clasificación simple para determinar el efecto de los tratamientos magnéticos comparados con el control. Para la comparación múltiple de medias, se empleó la prueba de Duncan. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico "Statistica for Windows", versión 6.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron un incremento del rendimiento y sus componentes en las plantas procedentes de semillas tratadas con campos magnéticos en relación con el control (Tabla 3), siendo estadísticamente significativos los tratamientos de 120 mT-10 min, 160 mT-10 min y 200 mT-3min, lo que denota que con las tres intensidades estudiadas y diferentes tiempos de exposición se pueden lograr resultados favorables y consolida lo referido por varios autores acerca de que las magnitudes de los factores que caracterizan el régimen de tratamiento, se pueden seleccionar en un amplio rango. (Drobig, 1988; De Souza *et al.*, 1999 y Vasilievski, 2003)

El largo de los frutos varió entre 13,5 y 22,0 cm; algo inferior al potencial de la variedad que puede desarrollar frutos entre 24-30 cm de longitud (INIFAT, 2000), no obstante los valores alcanzados en las plantas procedentes de los tratamientos con 160 mT-10 mín y 200 mT-3 mín fueron sigficativa-mente superiores con respecto al control y mostraron una buena presencia de los frutos (Figura 2). En el diámetro de los frutos, tuvo una respuesta similar, pero acorde al potencial de la variedad.

El peso de los frutos, también mostró un incremento significativo por efecto de los tratamientos de semillas con campos magnéticos, destacándose 200 mT-3 mín con incrementos superiores al 90 %, en relación con el control.

Tabla 3. Rendimiento y sus componentes en plantas de pepino procedentes de semillas tratadas con campos magnéticos.

Tratamientos	Largo de los frutos (cm)	Diámetro de los frutos (cm)	Peso de los frutos (g)	Rendimiento (kg m^2)
Control	13.5^c (100)	3.2^c (100)	105^d (100)	1.5^c (100)
120 mT-5 mín	15.5^{bc} (114)	3.8^{bc} (118)	130^c (123)	1.8^c (112)
120 mT-10 mín	16.0^b (118)	4.0^{bc} (125)	155^b (147)	2.6^b (144)
160 mT-10 mín	20.5^{ab} (151)	5.4^{ab} (168)	155^b (147)	3.0^{ab} (160)
200 mT-3 mín	22.0^{ab} (162)	6.0^a (187)	202^a (192)	3.3^a (172)
EE	±1.2	±0.8	±10.0	±0.2
C.V	3.8	1.5	5.4	1.3

Entre parentesis, datos expresados en porcentajes del control. Tratamientos con la misma letra, no difieren significativamente.

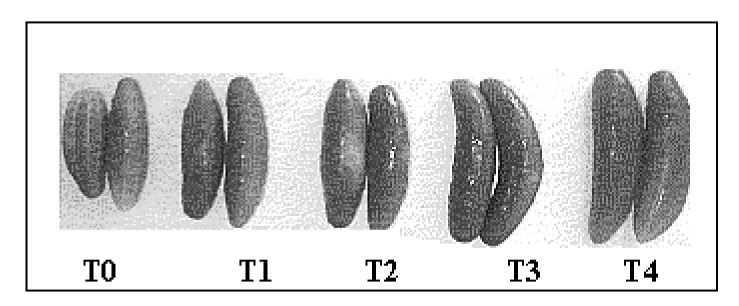


Figura 2. Frutos de pepino bajo los diferentes tratamientos estudiados

Este incremento en el tamaño y peso de los frutos inducido por el tratamiento magnético de semillas, pudiera despertar mayor interés en la práctica productiva, si se considera que la reducción de los mismos es una de las causas limitantes de su comercialización y, por ende, de su cultivo durante todo el año. (Agapova *et al.*, 1996 y Alekseev *et al.*, 2001)

La estimulación del rendimiento y sus componentes en plantas de pepino procedentes de semillas magnetizadas coinciden con los resultados obtenidos en este cultivo con las variedades Nezhinskii-12 y Nerosimii-40, que mostraron incrementos entre 60-70 % en relación con el control, usando tratamientos de 160, 200 y 250 mT y diferentes tiempos de exposición, plantas cultivadas en Rusia, bajo diferentes condiciones edafoclimáticas (Alekseev *et al.*, 2001). También, nuestros resultados concuerdan con los alcanzados por otros autores, quienes empleando campos eléctricos y magnéticos, incrementaron el número y peso de los frutos por planta, su longitud y diámetro, así como el rendimiento; destacando que los tratamientos ejercieron un efecto estimulante pronunciado desde la primera hasta la quinta cosecha. (Agapova *et al.*, 1996 y Vasilievski, 2003)

En relación con las plagas y enfermedades, en la plantación se observó la presencia del mildiu velludo del pepino, causada por el hongo *P. cubensis*. En general, al ser atacadas por el hongo, algunas plantas se tornaron color grisáceo; en las hojas se presentaron manchas amarillas, que después se volvieron pardas (figura 3) y por el envés de la hoja se produjo un micelio de consistencia algodonosa, de color gris azulado. En algunos casos, se observaron que con el avance de la enfermedad, las partes afectadas llegaron a secarse. En tal sentido, se ha señalado que las manchas se aglutinan y las hojas se tornan color café y que las más viejas son las primeras en afectarse .(OIRSA, 2005)

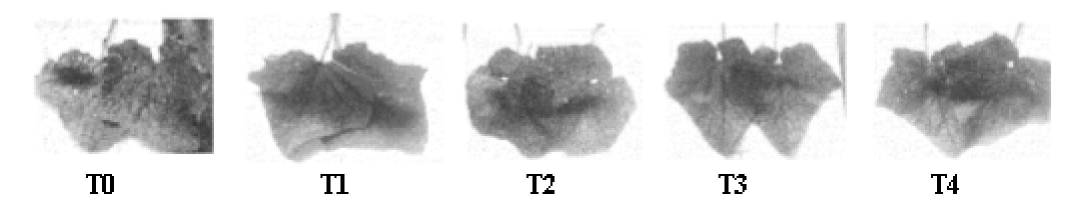


Figura 3. Sintomatología de las hojas en plantas de pepino afectadas por mildiu velloso (*Pseudoperonospora cubensi*) en los diferentes tratamientos estudiados

Esta sintomatología alcanzó menor intensidad en las plantas procedentes de semillas tratadas con campos magnéticos. Así, mientras las plantas tratadas con 200 mT-3mín, mostraban un grado 2 de ataque y menor número de ellas enfermas; las plantas controles mostraban un grado 4 de ataque.

Se detectó un efecto significativo de los tratamientos con campos magnéticos en el índice de infección y la incidencia de la enfermedad (tabla 4) en las dos etapas evaluadas. Ambos indicadores disminuyeron significativamente en las plantas tratadas en rela-ción con los controles,

destacándose las combinaciones 200 mT-3 min (12 %) y 120 mT-5 min (12,2 %), en la etapa de floración y 200 mT-3 min (14,8 %) en la cosecha para el índice de infección; mientras que para la incidencia de la enfermedad los menores valores se detectaron para 200 mT-3 mín.

Tabla 4. Indice de infección e incidencia del mildiu velludo en plantas procedentes de semillas tratadas con campos magnéticos

Tratamientos	Indice de Infección (%)		Incidencia (%)	
	Floración	Cosecha	Floración	Cosecha
Control	22,2[c]	26,0[d]	70[d]	75[c]
120mT-5mín	12,2[a]	16,4[b]	64[c]	70[c]
120mT-10mín	15,4[b]	18,0[c]	58[b]	60[b]
160mT-10mín	15,2[b]	16,6[b]	52[b]	58[b]
200mT-3mín	12,0[a]	14,8[a]	40[a]	42[a]
EE	±1,2	±0,8	±1,8	±2,1
C.V	4,2	6,0	10,2	12,0

Tratamientos con la misma letra, en columnas, no difieren significativamente.

El efecto estimulante que provocaron los campos magnéticos en la reducción del grado de ataque del mildiu velludo, se considera importante y de gran utilidad práctica, dado que de acuerdo con diversos autores (Rodríguez y Rodríguez, 19890 y González *et al*., 1992), esta enfermedad es la más común del pepino en Cuba y cuando los daños son muy intensos pueden llegar a causar el 50 % de pérdidas en las cosechas. Similares resultados han sido obtenidos por diferentes autores en otros cultivos y con diversas enfermedades (Kuzin *et al.*, 1986 y De Souza *et al.*, 1991), los cuales atribuyen tal respuesta a la activación de los mecanismos de defensa en las plantas y a un incremento de la actividad enzimática, específicamente de las enzimas catalasas, esterasas y polifenoloxidasas para contrarrestar la enfermedad.

CONCLUSIONES

1. Existió una estimulación significativa de los tratamientos (12-72 %) en el rendimiento y sus componentes, así como provocaron una disminución en el índice de infección y la incidencia de la enfermedad mildiu velludo en las dos etapas evaluadas

2. Las combinaciones 200 mT-3 min (12 %) y 120 mT-5 min (12,2 %), en la etapa de floración y 200 mT-3 min (14,8 %) en la cosecha para el índice de infección fueron las que mejores influyeron en los rendimientos

3. La incidencia de la enfermedad fue menor para 200 mT-3 min en ambas etapas.

BIBLIOGRAFÍA

AGAPOVA, M.V., G. A. ALEXANDROVA, R. A. BUTEVA, F. A. GYNOV, M. G. SALNIKOV Y V. A. TETUEV: "The effect of electrical and magnetic field stimulation on the physiological and biochemical process and yield of Cumcuber". *Uchenie Zap. Perm. Gosudartsvennaia Universiteta* 336: 11-17, 1996.

ALEKSEEV, R.; K. BELIKOV Y P. BOROVIEV: "Desarrollo de las plantas y productividad en plantas de pepino, procedentes de semillas tratadas con métodos físicos", *Kartofel y Ovoshi* 4: 24-32, 2001.

CARAZA, R., C. HUERRE, J. LIANOS, M. RODRÍGUEZ Y C. PEREIRA: "Comportamiento del pepino (*Cucumis sativus* L.) en diferentes fechas de siembra y policultivo", en *Producción de Cultivos en Condiciones Tropicale*s. Editorial Liliana, La Habana, pp. 23-26, 1998.

DE SOUZA, A., E. PORRA Y R. CASATE: "Efecto del tratamiento magnético de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas". *Investigación Agrícola. Producción y Protección Vegetal* 14(3): 437-444, 1999.

________: "Efecto del tratamiento magnético de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sobre el rendimiento de las plantas en dos variedades". Trabajo presentado en ABIOTIC-2001, Bayamo 13-14 de diciembre, Resúmenes, 34, 2001.

DE SOUZA, A.: "Increase of tomato (Vyta) growth and yield by pre-sowing magnetic treatments of in late season". *Spanish Journal of Agricultural Research*. 3(1): 36-45, 2004.

DROBIG, J.: "Saatgut im elektromagnetischen feld-zu einigen internationalen untersuchugen". *Arch.Ack. Pflan. Bod.* 32(9): 619-626, 1998.

FAOSTAT: FAO Statistical Databases. http://apps.fao.org., 2003.

GONZÁLEZ, M., F. BARRIO Y F. RODRIGUEZ: "Valoración de la efectividad de distintos fungicidas en la lucha contra el mildiu del pepino causado por *Pseudoperonospora cubensis*". Protección de Plantas 2(4): 75-82, 1992.

INIFAT (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FUNDAMENTALES EN AGRICULTURA TROPICAL). GRUPO DE AGRICULTURA ORGÁNICA: *Manual Técnico de organopónicos y huertos intensivos*. MINAGRI, 145 pp., 2000.

KUZIN, A. M.; M. E. VAGABOVA; M. N. VILENCHIK AND V. G. GOGVADZE: "Stimulation of plant growth by exposure to low level gradiation and magnetic field, and their possible mechanism of action". *Environ. Exp. Botany* 26:163-167, 1986.

OIRSA: Enfermedades fungosas de las Curcubitáceas. http://www. oirsa.org/publicaciones/VIFINEX/manuales-002/Panamá/Curcubitaceas0502.htm. Consultado 13 de Junio/2005.

PIETRUSZEWSKI, S.: "Effects of magnetic seed treatment on yield of wheat". *Seed Science and Technology* 21: 621-626, 1993.

RODRIGUEZ, F. Y J. RODRIGUEZ: Metodología para la observación del desarrollo de *Pseudoperonospora cubensis* (Berk y Curt) en pepino y señalización de la enfermedad. Folleto del INISAV, La Habana, 32 pp., 1980.

SANTOS, R., L. RODRIGUEZ Y H. MARTÍN: "Cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sombrilla tropical en Cuba", en *Producción de Cultivos en Condiciones Tropicales*, Editorial Liliana, La Habana, pp. 27-30, 1998.

U.C.: Diversidad del pepino. http://www. uc.b/sw-edu/hortalizas/html/pepino-ensalada/diversidad-pepino.html. Consultado 14 de Junio/2005.

VASILEVSKI, G..: "Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture", *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, Special Issue: 179-186, 2003.

Recibido: 20/Diciembre/2006
Aceptado: 20/Febrero/2007